



COMISION DE LA CEE
Dirección General de Agricultura

Seminario
sobre
**EVALUACION DE RECURSOS NATURALES
EN ZONAS MEDITERRANEAS**

Sevilla, 16-18 Septiembre 1987



JUNTA DE ANDALUCIA
Agencia de Medio Ambiente

RECONOCIMIENTO Y EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LOS
SUELOS DE LAS CUENCAS ATLANTICAS ANDALUZAS (ESPAÑA).

J.L. MUDARRA

INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES, C.S.I.C., SEVILLA (ESPAÑA)

RECONOCIMIENTO Y EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS DE LAS CUENCAS ATLANTICAS ANDALUZAS (ESPAÑA).

José Luis Mudarra Gómez

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (C E B A C)

INTRODUCCION

La zona considerada en este estudio ocupa una extensión de más de 58.000 km², incluyendo, casi en su totalidad, a las cuencas de los ríos Guadalquivir, Guadiana, Tinto y Odiel y Guadalete, junto con otras de menor importancia. Corresponde a la totalidad de los territorios de las provincias de Huelva, Cádiz, Sevilla, Córdoba y Jaén. En ella quedan perfectamente definidas tres grandes regiones naturales andaluzas; Sierra Morena, El Valle Bético y las Serranías Subbéticas.

Sierra Morena.- "Situada al norte del Guadalquivir, Sierra Morena no es más que el borde meridional de la meseta castellana o prolongación de la penillanura extremeña. Está constituida esencialmente por terrenos paleozoicos, agnostozoicos y graníticos, dispuestos en bandas irregulares con orientación N.O.-S.E., principalmente, que se corresponden con amplias zonas de sinclinales y anticlinales y, en ciertos casos, con líneas tectónicas de contacto anormal. Todo este conjunto ha sido intensamente erosionado y reducido al estado de penillanura durante el transcurso de los tiempos geológicos, aunque posteriormente la tectónica alpina determinó una flexión, con roturas y hundimientos del zócalo de la meseta bajo la depresión del Guadalquivir". (Hernández Pacheco, 1.926).

Entre los materiales existentes en estos terrenos los de origen metamórfico, sedimentario e ígneo del Paleozoico, son los más frecuentes destacando las pizarras, esquistos, grauwacas, cuarcitas, etc., junto con calizas muy consolidadas y conglomerados, así como afloramientos graníticos y de otras rocas más o menos ácidas que en algunos casos, como en la comarca de "Los Pedroches", en Córdoba, ocupan grandes extensiones. Aparte de estos materiales existen en el borde sur de Sierra Morena y en forma discontinua, varias formaciones constituidas por conglomerados y areniscas silíceas triásicas y conglomerados, areniscas, calcáreas y molasas miocénicas.

El Valle Bético.- La depresión Bética es una amplia región de forma triangular, suavemente abierta hacia el Atlántico, entre Sierra Morena y las Serranías Subbéticas, a donde van a parar las aguas recogidas por los ríos que drenan la zona, entre los que destaca el Guadalquivir, que

se estrecha por su parte oriental al aproximarse las cordilleras béticas al borde de la meseta.

Las formaciones más antiguas, dentro del Valle propiamente dicho, corresponden al Trias Keuper, constituido principalmente por margas abigarradas, así como por yesos, areniscas, ofitas, carniolas y calizas dolomíticas. Siguen en antigüedad los materiales del Eoceno, con margas y calizas blanquecinas, margas grises y amarillentas, margas sabulosas, margas rosáceas o de color ladrillo y calizas fosilíferas. El Oligoceno está constituido, a su vez, por albarizas, margas y areniscas grises o amarillentas de facies "Flysh". Sigue a continuación el Mioceno, o período geológico más ampliamente representado en el Valle Bético. Sus pisos más antiguos (Helveciense y Burdigaliense) son característicos del borde del Valle, apareciendo directamente sobre el Paleozoico o el Trias al pié de Sierra Morena. Los materiales que lo forman son de tipo detrítico. Al Tortoniense, sin embargo, pertenecen las margas azules que aparecen ampliamente en la Depresión del Guadalquivir y algo menos extendidas en las demás cuencas de la zona, desde Huelva hasta Jaén, constituyendo el principal material que rellenó la Depresión Bética. Finalmente, el Saheliense descansa sobre dichas margas azules, estando constituido por arenas, areniscas y calcarenitas detríticas y, en muchas ocasiones, aparece recubierto por depósitos cuaternarios o niveles del Plioceno Continental. El Plioceno tiene escasa representación en la zona, apareciendo solamente de manera evidente en la parte occidental del Valle. El Plioceno marino (Astiense) está bien identificado, caracterizándose por areniscas calizas conchíferas muy finas, de color blanco amarillento. Aparece principalmente a lo largo del litoral. El Plioceno continental está formado por depósitos arenosos rojizos que, a modo de un inmenso glacis, desciende suavemente desde la meseta hercínica hacia la costa, presentando alternancias brucas de arenas, gravas, conglomerados y bancos arcillosos que en parte han sido barridos por la erosión hídrica. Finalmente, dentro del Cuaternario se incluyen todas las terrazas fluviales continentales que se encuentran a lo largo de ríos y arroyos de la zona, terrazas marinas y dunas en el litoral, así como capas de tipo fluviomarino en las zonas actuales de marismas (I.G.M.E. 1.972).

Serranías Subbéticas.- La extensa y potente formación alpina de las Serranías Subbéticas constituye el cierre meridional del Valle Bético. En general se presenta como una serie de alineaciones rocosas en sentido N.E.-S.O. que en la zona se extiende por el S.E. de la provincia de Jaén

y sur de las de Córdoba, Sevilla y Cádiz. Estas formaciones de rocas calizas grisáceas y duras aparecen al descubierto con una fisuración y karstificación intensas que absorben rápidamente las aguas de lluvia, las cuales surgen después en potentes manantiales en el contacto con las margas de la base. En esta situación la cobertura vegetal es muy escasa, destacando la roca de color grisáceo en grandes y escarpados afloramientos. Existen, no obstante, cuando el relieve es más suave, importantes manchas de pinar y otras coníferas, con sotobosque de matorral leñoso. Sobre formaciones silíceas de areniscas oligocénicas (areniscas del Aljibe), el bosque mediterráneo de quercus (fundamentalmente alcornoques), es lo más frecuente. En las áreas más deprimidas, las margas dominantes del Eoceno permiten el desarrollo de una abundante cobertura vegetal y dedicación a cultivos, especialmente hortícolas, con importantes plantaciones de chopos y de frutales en las alargadas vegas de los cursos fluviales. Los abruptos y escarpados núcleos montañosos citados, están formados predominantemente por calizas jurásicas y liásicas, con algunas formaciones cretácicas. Los estrechos valles, sin embargo, están constituidos por margas triásicas y eocénicas. También existen calizas tabulares de este último periodo y areniscas silíceas del Oligoceno.

Aunque el clima general de estos territorios puede considerarse de tipo mediterráneo, existen importantes diferencias entre las tres grandes regiones naturales descritas, e incluso, dentro de ellas.

El de Sierra Morena puede calificarse como un clima de montaña media, de tipo ligeramente oceánico, especialmente en su tramo occidental, con inviernos relativamente moderados, con pocos casos de temperaturas inferiores a 0° C. Predominan los vientos del S.O. que llegan con frecuencia cargados de humedad, provocando lluvias que alcanzan valores medios comprendidos entre 500 y 800 mm anuales. La oscilación térmica anual es bastante acentuada, rebasando normalmente los 17°C. Dentro de la Sierra, el relieve y la altitud son dos factores que condicionan básicamente los cambios microclimáticos. El relieve, entre otros efectos regula la condensación del vapor de agua que depende del grado de pendiente del terreno. También influye en el régimen local de vientos hacia y desde las montañas. Afecta igualmente a la insolación según sea la exposición, determinando, a veces, fenómenos de inversión térmica en los valles, con la aparición de brumas matinales. La altitud condiciona dos subregiones dentro de Sierra Morena; una con pluviometría superior a 700 mm y otra en que oscila entre 500 y 700 mm. Como zonas de mayor humedad destacan, la Sierra de Aracena (Huelva), Sierra Norte de

Sevilla y extremo norte de la Sierra de Córdoba. La zona menos húmeda en general, se corresponde con áreas de menor altitud y relieve más suave, como la Serranía del Andévalo (Huelva) y comarca de los Pedroches (Córdoba).

El Valle Bético, por otra parte, se caracteriza por un clima más cálido, con oscilación térmica mayor, con menor precipitación, con máximos equinocciales clásicos del clima mediterráneo, con un verano extraordinariamente seco. Hacia el interior aumenta el carácter de cocontinentalidad del clima. El volumen de lluvias es relativamente limitado. De una media de algo más de 600 mm/año, se pierde un 16% por drenaje superficial. La distribución de este caudal de lluvias es muy desigual, tanto por las épocas en que se produce, como por sus situaciones geográficas. Los vientos dominantes son los del S.O.. Durante los meses de invierno existe un cierto equilibrio entre las componentes opuestas S.O.-N.O., por una parte y E.-O., por otra, mientras que en verano la distribución es tal que es casi absoluto el dominio de los vientos del O. y S.O.. En verano también sopla el viento de Levante, seco y caliente, que afecta principalmente a la parte S.O. del Valle.

Finalmente y debido a los grandes contrastes de relieve existentes en las Serranías Subbéticas y a su ubicación, el clima es bastante variable. Las diferencias de altitud afectan decisivamente al valor medio anual de las temperaturas, con una variación comprobada de 0,5°C cada 100 metros. Por tanto, en las Serranías Subbéticas, en donde son frecuentes los cambios abruptos de relieve, existen grandes diferencias de temperaturas medias anuales entre puntos poco distantes. En general, a partir de los 1.000 metros de altitud, las circunstancias climáticas suelen variar sensiblemente, disminuyendo la temperatura media, aumentando la pluviosidad y las precipitaciones en forma de nieve. La situación geográfica y la orientación también determinan importantes cambios en las intensidades de las precipitaciones (más de 2.500 mm anuales en Grazalema, Cádiz, frente a 375 mm en Iznájar, Córdoba).

La vegetación natural de la zona, dadas las diferencias geomorfológicas, litológicas, climáticas y de suelos existentes, es muy variada. En general, los factores climáticos y geodáficos condicionan en gran medida, el desarrollo de un determinado tipo de vegetación. De estos factores el clima ejerce una influencia fundamental, así como el microclima. Por ello influye poderosamente en la presencia o no de determinadas plantas. En Sierra Morena la vegetación natural es típicamente xerothermomediterránea, perteneciendo sus comunidades a la clase Quercetea ilicis, de

bosques esclerófilos, con encina (*Quercus ilex*), alcornoque (*Quercus suber*), quejigo (*Quercus faginea*), coscoja (*Quercus coccifera*), enebro (*Juniperus oxycedrus*), aladierno (*Rhamnus alaternus*), olivilla (*Phillyrea angustifolia*), lentisco y cornicabra (*Pistacea lentiscus* y *terebinthus*), torbisco (*Daphne gnidium*), etc..Se presenta normalmente en etapas aclaradas, ya en bosques adehesados, con cultivos de cereales y pastizales, ya en forma de monte bajo (maquis) mezcla de residuos potenciales y de etapas seriales, tales como brezales y jarales. En el Valle Bético resulta difícil reconstruir el climax potencial ya que, debido a la riqueza de sus suelos, esta región ha sido intensamente cultivada y con ello arrasada su vegetación natural. Sin embargo se puede establecer que el climax potencial corresponde a la Alianza Oleo-Ceratonion, aunque la comunidad residual más frecuente es la Asparago-Rhamnetum, con numerosas especies calcícolas y termófilas. Entre la Campiña del Valle Bético y la y las Serranías Subbéticas se extiende una amplia zona ondulada de transición o Prebética. La vegetación climax de esta comarca corresponde íntegramente al Oleo-Ceratonion y a la asociación o subdominio Asparago - Rhamnetum Coridothymetosum. En las Serranías Subbéticas se identifican los dominios de Oleo-Ceratonion (subdominios de Asparago-Rhamnetum coridothymetosum, terebinthetosum y quercetosum baeticae y de Quercion Rotundifoliae. En los valles fluviales la vegetación suele diferir de la climática de la región, debido a la mayor humedad que generalmente tienen los suelos. Así en los sustratos silíceos de Sierra Morena, en las frescas ca²beceras de los valles se presentan alisedas, con alisos, fresnos, sauces etc.. Al descender hacia la campiña la vegetación se torna netamente termófila y más xérica, incluíble en la alianza del Populion Albae.

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

Las características generales de los suelos del territorio que se considera en este trabajo se han ordenado en función del menor al mayor grado de evolución que se estima existe en los mismos y, en general, según el criterio y taxonomía de la clasificación del C.P.C.S. de Francia, haciéndose una comparación con los sistemas de la F.A.O. y de la Soil Taxonomy. Se describen los suelos agrupados en nueve Clases, que incluyen a la mayoría de los existentes en todo el área, si se exceptúan los orgánicos (Turbera de "Las Madres" - Mazagón - Huelva).

I - CLASE DE SUELOS MINERALES BRUTOS. Suelos de perfil AC o AR, que contienen solamente trazas de materia orgánica en los 20 cm superiores, pero más de 1% en los dos o tres primeros centímetros. El horizonte A no supera los 10 cm de espesor, apreciándose en el resto solo una alteración física. Pueden ser de erosión o de aporte.

Los suelos brutos de erosión son característicos de las zonas montañosas de Sierra Morena y de las Sierras Subbéticas que tienen un relieve accidentado, clasificándose como litosuelos (LITOSUELOS-F.A.O.; ORTHENTS-SOIL TAXONOMY), cuando el material original es una roca dura y continua, en una extensión de más de 10 cm (subgrupos líticos) o como regosuelos cuando el material está más dividido o es blando (REGOSUELOS-F.A.O.). Los litosuelos son siempre pedregosos, con contacto lítico a menos de 10 cm de profundidad y frecuentes afloramiento del material rocoso. En Sierra Morena predominan los litosuelos ácidos sobre rocas metamórficas, sedimentarias o ígneas, mientras que en las Sierras Subbéticas son más frecuentes sobre calizas mesozóicas, aunque también se localizan sobre areniscas silíceas del Oligoceno.

Por su relieve, pedregosidad y escaso desarrollo, constituyen áreas de conservación del monte natural o para repoblación forestal con especies autóctonas. Toda otra dedicación aumentaría sensiblemente los riesgos de erosión, de por sí ya altos que ofrecen estos suelos.

Los regosuelos pueden ser o no pedregosos. En todo caso el material se presenta dividido y no cohesionado o con un grado de división que corresponde a la fracción textural dominante (arena en suelos de dunas, arcillas en suelos de margas). Los más característicos en la zona son los regosuelos arenosos que se localizan en las dunas litorales o en arenas profundas de terrenos llanos (XEROPSAMMENTS/QUARTZIPSAMMENTS (S.T.)).

El perfil de estos suelos presenta solo un epipedón muy debilmente ócrico, con un horizonte A de color gris claro, de no más de 15 cm de espesor, arenoso y suelto, como el resto más claro del perfil, profundo y penetrable. Están dedicados a repoblación forestal (pinos y eucaliptos) y conservación (arenas de Doñana), aunque en áreas llanas, con buenas disponibilidades de agua, pueden admitir cultivos intensivos y horticultura de primor, aunque exigen una intensa fertilización.

Los regosuelos sobre margas son menos frecuentes, localizándose en zonas en las que dicho material ha quedado al descubierto por la erosión, por lo que se encuentran en zonas de relieve ondulado, con frecuentes escarpes, surcos y cárcavas (margas yesosas). Su perfil es igualmente muy poco desarrollado, con las diferencias, respecto al anterior, de una textura arcillosa y propiedades derivadas. Muchos se dedican a olivar.

Entre los suelos brutos de aporte destacan los de aportes aluviales, siendo menos frecuentes los de origen coluvial o eólico. Los primeros corresponden a los sedimentos muy recientes aportados por ríos y arroyos en sus avenidas periódicas (ramblas) (FLUVISOLES-F.A.O.; XEROFLUVENTS - FLUVAQUENTS, (S.T.)). Su perfil suele mostrar una clara estratificación, con contenidos en materia orgánica y carbonatos variables y textura también variable. Su riesgo de erosión es elevado, por lo que su uso es marginal o con repoblaciones de chopos, álamos u otras especies arbóreas. Los suelos brutos de aporte coluvial se encuentran a pié de monte. Son, por lo general, profundos y pedregosos, sin horizontes claramente diferenciados en su perfil (rañas) (FLUVISOLES-F.A.O.; XERORTHENTS -S.T.)). Su dedicación más común es a monte, pastos y repoblación forestal.

Finalmente, entre los suelos brutos de aporte eólico se incluyen las arenas de dunas litorales, en las que no se puede reconocer un perfil edáfico minimamente organizado. (dunas vivas).

II - CLASE DE SUELOS POCO EVOLUCIONADOS. Suelos de perfil AC y, en algunos casos A AC C o AR, dentro de los cuales se han diferenciado dos subclases: xéricos y no climáticos. Los primeros se originan bajo clima de montaña mediterránea y relieve favorable a la erosión que mantiene al suelo con poco espesor antes de alcanzar el material original, más o menos consolidado (30-50)cm). Se encuentran principalmente en Sierra Morena, sobre rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, íntimamente asociados con suelos algo más profundos y evolucionados, en áreas de relieve ondulado o accidentado, principalmente. (RANKERS-F.A.O.; XERORTHENTS - S.T.)).

Según se presenten asociados con litosuelos o con suelos más profundos y evolucionados, la dedicación puede variar entre el monte bajo y la dehesa de encinar o alcornocal. Muchas áreas de monte se han levantado, realizándose muchas plantaciones de eucaliptos y, en menor extensión, de pinos. No obstante la mejor dedicación de estos suelos es el bosque mediterráneo de encinar y de alcornocal en los casos de mayor acidez, adeshados en la medida en que la pendiente del terreno lo permita. Dados los altos riesgos de erosión que afectan a la mayoría de estos suelos, no es recomendable otro tipo de dedicación.

Dentro de los suelos no climáticos se incluyen los de aporte aluvial (vegas) que se extienden a lo largo de los cursos fluviales de la zona, destacando los de las vegas del río Guadalquivir y sus principales afluentes. Son suelos profundos, con escaso contenido en materia orgánica que puede variar alternativamente con la profundidad, con textura que puede ser variable dentro del suelo y a lo largo del recorrido del río, dependiendo, muchas veces, de la naturaleza de los materiales atravesados y de la velocidad de sedimentación de los aportes fluviales. Muchos poseen moderadas proporciones de carbonato cálcico en todo el perfil, como las vegas del Guadalquivir y de sus tributarios de la margen izquierda (FLUVISOLES CALCAREOS-F.A.O.; XEROFLUVENTS TIPICOS (S.T.)). Otros, como los de muchos afluentes de la margen derecha del Río o de otros ríos de la Sierra, no muestran reacción caliza, aunque sí alta saturación en bases y, a veces, señales de hidromorfia en profundidad (FLUVISOLES EUTRICOS (FAO); XEROFLUVENTS TIPICOS/ACUICOS (S.T.)). Todos estos suelos son objeto, mayoritariamente, de una intensa explotación agrícola, desde tiempos remotos, en especial en régimen de regadío.

III - CLASE DE VERTISOLES. suelos de perfil A AC C y ABC, profundos, predominantemente arcillosos, cuya arcilla es de tipo 2:1 en más de un 35 % por lo menos, expandible en estado húmedo, con típicas grietas de retracción a lo largo del perfil, acentuadas en los periodos secos, lo cual origina una estructura de gruesos bloques prismáticos, con cierta inclinación y superficies lustrosas en las caras de los agregados (slikensides). Se han diferenciado dos subclases; Vertisoles con drenaje externo reducido o nulo (VERTISOL PELICO-F.A.O.; PELLOXERENTS TIPICOS Y CHROMICOS (S.T.) y vertisoles con drenaje externo posible (litomorfos) (VERTISOL CHROMICO-F.A.O.; CHROMOXERENTS ENTICOS (S.T.):

Los vertisoles topomorfos se han formado sobre diversos materiales ricos en calcio y en magnesio, como calizas y margas, en situaciones de relieve llano o en depresiones abiertas que condicionen un ambiente periódicamente hidromorfo, rico en cationes Ca^{++} y Mg^{++} , favorable a la formación de arcilla hinchable. El color de estos suelos es muy oscuro, muchas veces casi negro, estimándose que se debe a la formación de complejos arcillo-húmicos y a la presencia de minerales de hierro y manganeso en formas reducidas. Poseen escasa materia orgánica que decrece progresivamente con la profundidad. El pH es francamente alcalino, con bajo contenido en carbonato cálcico en todo el perfil (de tipo ABC) que aumenta fuertemente en el horizonte C, formado por calizas o margas. La textura suele ser arcillosa, por lo menos en todo el solum, salvo cuando hay contaminación arenosa que tiende a degradar al suelo hacia una hidromorfia ácida. La capacidad de cambio de bases es alta y la saturación del complejo de cambio es total, dominando el catión calcio seguido del magnesio. La arcilla contiene montmorillonita como mineral fundamental.

Los vertisoles litomorfos, por otra parte, se han formado en condiciones de menor hidromorfia, siendo sus caracteres vérticos prácticamente heredados del material original, por lo que prácticamente éste está siempre constituido por margas o calizas margosas. Se presentan casi siempre con un relieve suavemente ondulado, siendo sus colores generalmente más claros y vinculados al del material original que en los casos de vertisoles topomorfos. El agrietamiento es igualmente característico. La materia orgánica es muy escasa, el pH alcalino y el contenido en carbonatos más elevado que en los casos anteriores. La textura es normalmente arcillosa. La capacidad de cambio de bases es menor, siendo la saturación en el complejo absorbente prácticamente total, con dominio del ión calcio. Los minerales fundamentales de la arcilla son illita y montmorillonita.

Los vertisoles son buenos suelos agrícolas, especialmente en cultivos de secano, salvo en aquellos casos en que el material original es rico en yeso u otras sales. Los vertisoles topomorfos se sitúan, dentro del Valle Bético, en áreas planas y depresiones amplias, dominando hacia la parte occidental. Su máxima representación se encuentra en las provincias de Sevilla y Cádiz, siendo menos frecuentes en las de Huelva, Córdoba y Jaén.

IV - CLASE DE SUELOS CALCIMAGNESICOS. Suelos de neta a fuerte reacción caliza, en la totalidad o en parte de sus perfiles, los cuales son de tipo AC (suelos rendsiniformes) o ABC (suelos pardos calizos). Los primeros se encuentran principalmente en zonas de relieve ondulado a fuertemente ondulado, mientras que los suelos pardos suelen aparecer en áreas de relieve más suave en el Valle Bético, aunque también se localizan en zonas montañosas. En general se han desarrollado sobre materiales calcáreos poco consolidados, calizas margosas, areniscas calizas, calcarenitas, ...materiales que aportan al suelo fácilmente gran cantidad de carbonato cálcico libre. Sobre calizas duras también se encuentran subgrupos líticos y pedregosos de estos suelos.

Dentro de los suelos rendsiniformes se diferencian los rendsiniformes propiamente dichos y los rendsiniformes de labor. Los primeros corresponden a suelos poco disturbados, generalmente de zonas montañosas de relieve fuertemente ondulado, en los que existe un bien desarrollado horizonte húmico o epipedón mólico sobre un material fuertemente calizo (RENDINA-F.A.O.; RENDOLLS (S.T.)). Los segundos incluyen a todos los suelos calizos, con epipedón mólico o no (CALCIXEROLLS/HAPLOXEROLLS o XERORTHENTS CALCICOS (S.T.)).

En los suelos pardos calizos se incluyen suelos con epipedón mólico o no y horizonte cámbico (CAMBISOL CALCAREO-F.A.O.; HAPLOXEROLLS / XEROTHREPTS CALCIXEROLICOS (S.T.)) y suelen presentarse en situaciones de relieve más suave en donde es menor el riesgo de erosión.

Como corresponde a su alto contenido en carbonato cálcico, todos estos suelos presentan una saturación total en bases, dominando con gran diferencia el ión calcio sobre los demás. El contenido en materia orgánica es variable según se trate de suelos cultivados o de suelos poco alterados de montaña. El contenido en nutrientes es bajo, especialmente en fósforo asimilable, debido al elevado contenido en carbonato cálcico.

Se dedican tradicionalmente a olivar viña y cereal, salvo en las zonas montañosas, en donde el monte bajo de especies calcícolas es lo más frecuente.

Sus riesgos de erosión son tanto más elevados cuanto mayores son las pendientes y más intenso es el manejo. También la diferente naturaleza y cohesión de los distintos materiales calcáreos influye en la distinta resistencia de estos suelos a la erosión. Su uso, pues, debe tener en cuenta estas limitaciones, dedicándose a cultivos que exijan un periódico laboreo, las zonas de relieve más suave.

V - CLASE DE SUELOS ISOHUMICOS. Suelos desarrollados sobre materiales calizos con perfiles de tipo A B Bck Ck, con reacción caliza en todos sus horizontes, pero con un determinado grado de descarbonatación en el "solum", con un contenido en materia orgánica que disminuye progresivamente con la profundidad.

Se presentan siempre en terrenos de relieve llano o casi llano. Se encuentran, frecuentemente, en terrazas fluviales, destacando en la zona las áreas que estos suelos ocupan en las terrazas intermedias del río Guadalquivir y afluentes importantes de su margen izquierda.

Estos suelos presentan un color pardo rojizo en los horizontes B, que que tienen características de horizontes argílicos en los casos de mayor evolución del perfil, bajo los cuales se aprecia una clara acumulación de carbonato cálcico en forma de concreciones blancas y, a veces, pulverulentas (PHAEOZEMS (F.A.O.); ARGIXEROLLS/CALCIXEROLLS (S.T.)).

Son en general buenos suelos agrícolas, dedicándose principalmente a cultivos de cereales, leguminosas y algodón, muchas veces en régimen de regadío. También se dedican a olivar.

Sus riesgos de erosión son moderados a bajos. Su uso en regadío está condicionado a la profundidad útil del suelo, a la profundidad en que aparece la acumulación de carbonato cálcico y a su intensidad y a la textura más o menos arcillosa del horizonte Bt, principalmente.

VI - CLASE DE SUELOS EMPARDECIDOS. Los suelos incluidos en esta Clase existentes en la zona pueden presentar perfiles de tipo ABC o ABtC, con epipedones ócricos o úmbricos, cuya materia orgánica está básicamente constituida por un humus de tipo mull ácido y cuyos horizontes B pueden ser cámbicos (CAMBISOLES-F.A.O.; INCEPTISOLES - S.T.) o argílicos (LUVISOLS/NITISOLES-F.A.O.; ALFISOLES/ULTISOLES - S.T.). Se localizan principalmente en áreas montañosas, con relieve ondulado, más o menos pronunciado, habiéndose formado sobre materiales muy diversos generalmente ácidos (pizarras, esquistos, granitos, areniscas...) en Sierra Morena y en las Serranías Subbéticas. Los suelos con horizontes argílicos, sin embargo, se encuentran en relieves más suaves o en bolsas o depresiones, dentro de las sierras, más defendidas de la erosión.

Aparte de estas características generales se han diferenciado, por una parte, los suelos empardecidos de las áreas más húmedas (Sierra Morena Norte y Sierras del Algibe y de Grazalema, en Cádiz), consideradas

como zonas de clima templado húmedo y por otra parte, los suelos empardecidos de zonas de clima semihúmedo (resto de áreas montañosas). Entre los primeros se incluyen los suelos pardos modales (CAMBISOLES EUTRICOS y DISTRICOS (F.A.O.); EUTROCHREPTS, XERUMBREPTS (S.T.)) y los suelos lavados (LUVISOLES ORTICOS/CHROMICOS-NITOSOLES (F.A.O.); HAPLOXERALFS/PALEXERALFS/PALEXERULTS (S.T.)). Entre los segundos, los suelos pardos meridionales (CAMBISOLES EUTRICOS (F.A.O.); XEROCHREPTS TIPICOS y LITICOS (S.T.)).

Suelos pardos modales. Suelos de las áreas forestales, en cuyo perfil destaca un horizonte A, húmico, bien desarrollado, oscuro y ácido, bajo el cual aparece un horizonte B cámbico de color pardo, hasta pardo rojizo cuya textura es franca o francoarenosa fina, con pH inferior a 5,5 (suelos dísticos) o superior (suelos eutricos). Este horizonte da paso, a través de otro de transición, al horizonte C y/o al R originario. Su dedicación es principalmente forestal.

Suelos lavados. Dentro de la misma zona de los suelos anteriormente descritos, pero ocupando posiciones más estables y umbrosas se encuentran suelos cuyos perfiles muestran un mayor grado de desarrollo, con horizontes de lavado (E), más o menos decolorados, situados entre el horizonte A1 húmico y un horizonte Bt que llega a ser argílico, de colores más vivos y espesor considerable, antes de alcanzar el material original (granitos, granodioritas, areniscas silíceas...). Estos horizontes argílicos y, en general todo el perfil, tienen un pH tanto más ácido cuanto mayor es el grado de desaturación (más de 75%; HAPLOXERALFS o PALEXERALFS TIPICOS.- entre 75% y 35%; PALEXERALFS ULTICOS.- y menos de 35%; PALEXERULTS) Su dedicación es forestal.

Suelos pardos ferruginosos. (Tierra Parda Ferrítica - Kubiena, 1953). Dentro de las zonas húmedas de Sierra Morena, sobre calizas cristalinas, muy consolidadas, del Cámbrico, se han desarrollado unos suelos con características especiales. Su perfil, de espesor muy variable, pero generalmente profundo es de tipo ABR o A Bt BC R, que puede alcanzar hasta algo más de un metro antes de conectar con la roca caliza muy dura. Su color es rojizo, muy oscuro, ligeramente más oscuro en el horizonte A. Su textura es media, dominando la fracción limo, debido principalmente a la abundante presencia de óxidos de hierro y manganeso. (CAMBISOL DISTRICO - F.A.O.; EUTROCHREPTS DISTRICOS - S.T.). Principalmente en las umbrías, son frecuentes en estos suelos los castaños y, en menor proporción, los nogales. Existe también algún olivar en las áreas menos húmedas y cultivos de huertas y frutales en las partes más llanas o deprimidas.

Suelos pardos meridionales. Son los suelos más típicos de Sierra Morena, con perfiles de tipo ABC o A B BC C, en los que el horizonte B tiene las características de un horizonte cámbico de alteración que, a veces, muestra alguna iluviación de arcilla, con valores de pH que pueden ser inferiores a 5,5 (CAMBISOLES DISTRICOS - F.A.O.; XEROCHREPTS DISTRICOS - S.T.)(suelos oligotrofos), o superior a este valor (CAMBISOLES EUTRICOS - F.A.O.; XEROCHREPTS TIPICOS/LITICOS - S.T.); Al horizonte C se pasa normalmente por uno BC de transición. El material original está constituido principalmente por pizarras, esquistos, grawvacas, areniscas y conglomerados de los distintos periodos del Paleozoico, que originan suelos relativamente poco profundos, con relieve generalmente fuertemente ondulado. También existen sobre rocas ígneas, principalmente granitos y rocas afines que dan lugar a suelos más arenosos y, muchas veces, más profundos, con relieve más suave, en cuyas situaciones pueden desarrollarse horizontes argílicos y señales de hidromorfia acusada.

Estos suelos se encuentran asociados con otros más superficiales y menos evolucionados en zonas de relieve más accidentado en donde el monte bajo, principalmente de "cistus" es lo dominante, aunque muchas áreas se han transformado en grandes masas forestales de eucaliptos y pinos en menor proporción. La regeneración del bosque mediterráneo de "quercus", es sin embargo, lo más aconsejable. En las zonas de relieve más suave existen áreas cultivadas de cereales, así como huertas y frutales en los pequeños valles.

VII - CLASE DE SUELOS CON SESQUIOXIDOS DE HIERRO. Son los suelos rojos a pardos, desarrollados sobre diversos tipos de materiales calcáreos, que aparecen principalmente en el Valle Bético y en menor proporción en las zonas montañosas de las Serranías Subbéticas y en Sierra Morena. Su perfil es de tipo A Bt BCK Ck, siendo el Bt argílico, el horizonte más característico, definido por su color más vivo, textura relativamente más fina, estructura más desarrollada y descarbonatación apreciable. (LUVISOLES CRÓMICOS - F.A.O.; RHODOXERALFS/HAPLOXERALFS CALCICOS - S.T.):

En el Valle Bético se encuentran estos suelos sobre terrazas fluviales medias, destacando las del río Guadalquivir, en donde se presentan con distinto grado de evolución (presencia o no de costras calizas); así como sobre areniscas calizas, calcarenitas, calizas travertínicas y otras medianamente consolidadas, con relieve suave a llano. Se dedican, principalmente, a olivar y viña. En las Serranías Subbéticas aparecen estos suelos en formaciones rocosas de calizas jurásicas y liásicas, prin-

principalmente, con relieve accidentado, dando suelos de espesor muy variable, con perfiles de tipo ABR, en los que el horizonte B, fuertemente rojo (RHODOXERALF) o pardo amarillento (HAPLOXERALF) y arcilloso, descansa directamente sobre la roca blancogrisácea que aflora a la superficie con frecuencia (terra rossa). El matorral o "monte bajo" mediterráneo es lo normal en estas zonas con alto riesgo de erosión.

VIII - CLASE DE SUELOS HIDROMORFOS. Se incluyen aquí suelos cuya evolución tiene lugar en presencia de un exceso de agua que produce una saturación temporal (pseudogley) o permanente (gley) de una parte o de la totalidad del suelo. Todos estos suelos se encuentran en áreas de relieve llano (terrazas fluviales o penillanuras). Los suelos con horizontes de pseudogley suelen mostrar un perfil con un fuerte contraste textural con una secuencia de horizontes A arenosos, de espesor variable, seguidos de horizontes Btg, más o menos arcillosos, con moteado y concreciones ferruginosas y de manganeso oscuras, formando pequeños o medianos nodulos endurecidos, con distribución y concentración variables. En formaciones más antiguas (terrazas pliocuaternarias) se pueden originar horizontes Bx fragipanizados, generalmente bajo los Bt o Btg argílicos. En estos casos es frecuente la presencia de gravas, especialmente en los horizontes de superficie, que pueden constituir una discontinuidad litológica respecto a los horizontes hidromorfos subyacentes. Los suelos con horizontes de gley presentan también un perfil con fuerte contraste textural, con horizontes A más humificados y más hidromorfos y horizontes Bg de textura generalmente más fina y colores grisáceos con moteado más o menos desarrollado, dominando las condiciones reductoras.

En general los suelos hidromorfos de la zona estudiada son muy pobres en materia orgánica, si se exceptúan los suelos con gley de áreas no cultivadas. El pH es normalmente ácido y nulo el contenido en carbonato cálcico. La capacidad de cambio de bases es muy baja en los horizontes arenosos, aumentando sensiblemente en los horizontes hidromorfos cuando su textura es más fina. La mejor utilización de estos suelos es como dehesas y para cultivos hortícolas y, en general de raíces poco profundas.

Cultivos arbóreos de olivar y cítricos no se desarrollan bien. En los suelos pedregosos con horizontes de fragipán la dedicación mejor es la forestal (pinos y eucaliptos).

Los suelos arenosos en más de un metro de profundidad antes de llegar al horizonte de gley o pseudogley, pero con señales de hidromorfia dentro de los 125 primeros centímetros se clasifican como REGOSOLS (F.A.O.) o como XEROPSAMMENTS ACUICOS o PSAMMAQUENTS (S.T.). Cuando los horizontes hidromórficos aparecen a menos de un metro de profundidad se clasifican como LUVISOLS GLEICOS (F.A.O.) o como ALBAQUALFS TIPICOS o AERICOS o como HAPLOXERALFS ACUICOS (S.T.). Los suelos hidromorfos con horizontes de fragipan bajo horizontes argílicos se clasifican como ACRISOLS PLINTICOS (F.A.O.) o como FRAGIXERALFS TIPICOS o ARENICOS (S.T.).

IX - CLASE DE SUELOS SODICOS. Son suelos desarrollados en presencia de una importante cantidad de sales solubles, principalmente sódicas, existentes principalmente en áreas de marismas, entre las que destacan las del Guadalquivir. Se han diferenciado los suelos salinos (SOLONCHAK CALIZO y GLEICO (F.A.O.) ; FLUVAQUENTS SALORTHIDICOS/SALORTHIDS (S.T.)) y los suelos salino-alcalinos (SOLONCHAK/SOLONETZ (F.A.O.); SALORTHIDS / NATRARGIDS (S.T.)). Los suelos salinos presentan un perfil de tipo AC; en tanto que los suelos salino-alcalinos muestran un perfil más desarrollado de tipo ABtC. En ambos casos se pueden identificar subhorizontes de acumulación de sales, generalmente cerca de la superficie y en profundidad, señales de hidromorfia. Los suelos salinos poseen un complejo de cambio en el que el ión sodio se encuentra en proporción superior al 15%, con dominio de ión calcio. El pH no es superior a 8, ya que la abundancia de sales frena la hidrólisis de las arcillas sódicas. Su conductividad eléctrica es superior a 4 mmhos/cm del extracto de saturación. Los suelos salino-alcalinos tienen contenidos menores en sales solubles, especialmente en los primeros horizontes. El ión sodio se encuentra, dentro del complejo de cambio, en cantidades inferiores al 15%. El pH oscila, por lo general, entre 8 y 8,5 y la conductividad eléctrica suele ser inferior a 4 mmhos/cm en el extracto de pasta saturada. Su contenido en sales solubles aumenta progresivamente con la profundidad. Se localizan dentro de las marismas, en zonas de arrozales y en las que han estado sometidas a un drenaje artificial durante largo tiempo, con vistas a una recuperación.